



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑨7 EP 0 956 065 B 1

⑩ DE 695 23 960 T 2

⑤1 Int. Cl.7:  
**A 61 M 16/00**  
A 62 B 7/02  
B 63 C 11/12

⑦1 Deutsches Aktenzeichen: 695 23 960.0  
⑥6 PCT-Aktenzeichen: PCT/SE95/00784  
⑨6 Europäisches Aktenzeichen: 95 926 556.2  
⑧7 PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 96/03174  
⑥6 PCT-Anmeldetag: 26. 6. 1995  
⑧7 Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: 8. 2. 1996  
⑨7 Erstveröffentlichung durch das EPA: 17. 11. 1999  
⑨7 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 14. 11. 2001  
④7 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 20. 6. 2002

DE 695 23 960 T 2

③0 Unionspriorität:  
9402594 28. 07. 1994 SE  
  
⑦3 Patentinhaber:  
Interspiro Europe AB, Lidingö, SE  
  
⑦4 Vertreter:  
Keil & Schaafhausen Patentanwälte, 60322  
Frankfurt  
  
⑧4 Benannte Vertragstaaten:  
DE, FR, GB, IT, SE

⑦2 Erfinder:  
LUNDBERG, Mats, S-181 62 Lidingö, SE

BEST AVAILABLE COPY

⑤4 FUNKTIONSKONTROLLE BEI ATMUNGSVORRICHTUNGEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 695 23 960 T 2

**Funktionskontrolle von Atemausrüstungen**

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Überprüfen des Arbeits- und/oder Funktionszustandes von Atemausrüstungen vor deren Benutzung, und ebenfalls auf eine Atemausrüstung, die eine Anordnung zum Überprüfen mindestens eines Arbeits- oder Zustandsparameters der Ausrüstung enthält.

10 Es ist vor dem Betreten von nicht atmungsfähigen Atmosphären, z.B. beim Tauchen oder Arbeiten in einer mit Rauch oder Gift gefüllten Umgebung, unbedingt erforderlich sicherzustellen, dass die z.B. von einem Taucher oder Feuerwehrmann verwendete Atemausrüstung vollständig einsatzfähig und fehlerfrei ist.

15 Unter Anderem ist es notwendig zu überprüfen, dass die Systemgaszufuhr vollständig voll ist und somit die Menge an Atemgas enthält, von der erwartet werden kann, dass sie verbraucht wird, dass die Schläuche, welche zu der Atemmaske führen, dicht verschlossen sind, d. h. nicht in die Umgebung lecken und damit die Menge des für das Atmen zur Verfügung stehende Gas verringert, dass Gas in der Lage ist, frei und ungehindert von dem Gasbehälter zu fließen und in ausreichenden Mengen an der Atemmaske ankommt, d. h. dass insbesondere für den Luftstrom kein Widerstand vorhanden und der in der Atemmaske vorherrschende Druck höher als der Umgebungsdruck ist.

25 Der von der betroffenen Person getragene Gasbehälter hat normalerweise die Form eines Gaszylinders, welcher, wenn er voll ist, Atemgas bei einem Druck von normalerweise 300 bar enthält. Das Atemgas ist normalerweise Luft, obwohl es unter besonderen Umständen oft mindestens 20 Volumenprozent Sauerstoff und inertes Gas enthalten kann, meist Stickstoff und vielleicht ebenfalls Helium. In einigen Fällen, z. B. zum Tauchen in große Tiefen, enthält das Atemgas weniger als 20 Volumenprozent Sauerstoff. Da der Gasbe-

30

hälter ein relativ geringes Volumen hat, ist es wichtig, dass der Behälterdruck hoch genug ist, um den Benutzer mit einer erwarteten maximalen Gasmenge zu versorgen.

Es ist ebenfalls wichtig, dass die Schläuche oder Leitungen, welche von dem Gasbehälter hinwegführen, dicht sind, und dass der dadurch gebotene Strömungswiderstand für den Gasbehälter gering genug ist, um dem Benutzer die Menge an Gas zuzuführen, die groß genug ist, um den Anforderungen des Benutzers selbst im Falle eines extremen Bedürfnisses gerecht zu werden.

Ein weiteres wichtiges Sicherheitsproblem betrifft den Gasdruck in der Maske, wenn diese getragen wird. Der Maskendruck muss größer sein als der Umgebungsdruck, so dass die nicht-atembare Atmosphäre, insbesondere eine toxische Atmosphäre, nicht in der Lage ist, in die Maske einzudringen.

EP-A1-0 324 259 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Feststellen und Anzeigen wichtiger Informationen in Zusammenhang mit der Verwendung von atembaren abgefülltem Gas in einem unter Druck stehenden Behälter mit festliegendem Volumen. Die Vorrichtung bestimmt und zeigt Informationen wie z. B. Verbrauchsrate, Gaserfordernisse für zukünftige Aktivitäten, die unter Druck verbleibende Gaszeit und zukünftige Bedingungen. Die Vorrichtung enthält Wandler zum Messen von Umgebungsdruck und dem Druck des abgefüllten Gases, Prozessoren oder Mikroprozessoren zum Interpretieren und Analysieren der Daten und zum Vornehmen der nötigen Rechnungen, und einen Monitor zum Darstellen der Informationen für den Benutzer.

Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist das Vorsehen eines Verfahrens, wonach diese Funktionen und/oder Zustände vor Verwenden der Atemausrüstung überprüft werden können.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist das Vorsehen einer Anordnung, mittels welcher mindestens ein Funktions- oder Zustandsparameter der Atemvorrichtung vor Aufnahme der Benutzung überprüft werden kann.

Das erste dieser Verfahren wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren erreicht, welches durch Aktivieren eines Kontrollkreises gekennzeichnet ist, welcher mindestens einen Funktions- oder Zustandsparameter misst, den gemessenen Parameterwert mit einem Kontrollwert vergleicht und akzeptable oder inakzeptable Werte anzeigt, wenn das Kriterium erfüllt oder nicht erfüllt wird.

Der zweite Gegenstand wird mit einer Anordnung erreicht, welche eine Atemausrüstung, einen programmierten Mikroprozessor, einen Sensor, welcher in der Atemausrüstung enthalten und mit dem Mikroprozessor verbunden ist, und eine Anzeigeanordnung enthält, welche mit dem Mikroprozessor verbunden ist.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Kontrollkreis entweder durch intermittierendes Abtasten eines Funktions- oder Zustandsparameters der Atemausrüstung aktiviert, wobei der abgetastete Parameterwert mit dem zuletzt gemessenen Parameterwert verglichen und der Kontrollkreis aktiviert wird, wenn zwischen diesen beiden Werten ein erheblicher Unterschied besteht. Ein anderes Verfahren zum Aktivieren des Kontrollkreises ist das intermittierende Abtasten eines Funktions- oder Zustandsparameters der Atemausrüstung, um den abgetasteten Parameterwert mit einem vorbestimmten Wert, z. B. 10 Prozent des Maximumwertes des Parameters zu vergleichen, und um den Kontrollkreis zu aktivieren, wenn der abetastete Parameter gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist. Alternativ wird der Kontrollkreis z.B. durch Drücken eines Startknopfes manuell aktiviert.

Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Einzelnen beschreiben, wobei

Fig. 1 ein Blockdiagramm ist, welches die mit einem Kontrollkreis zum Ausführen der Funktionstest ausgestattete Atemausrüstung darstellt; und

Fig. 2 ein Diagramm ist, welches Primärdruck als eine Funktion von Zeit während der Ausführung eines Funktionstests darstellt.

Die Atemausrüstung 16 enthält einen Gasvorrat, welcher normalerweise ein Gaszylinder oder Gasbehälter 1 mit Atemgas ist, z. B. Luft oder ein sauerstoffhaltiges Gas, welches am häufigsten mindestens 20 Volumenprozent Sauerstoff und ein inertes Gas enthält, z. B. Stickstoff oder Helium, bei einem Druck von normalerweise 300 bar, wenn der Behälter vollständig voll ist. Der Gasbehälter 1 enthält eine Auslassöffnung, in welcher ein Schließventil 2 eingebaut ist. Der Gasbehälter 1 ist durch das Medium des Schließventils 2 mit einem ersten Druckregler 4 verbunden. Eine Leitung 3 erstreckt sich von dem ersten Druckregler 4 zu einem zweiten Druckregler 5, welcher sich unmittelbar stromauf einer Atemmaske 6 befindet.

Der Druckregler 4 wird so eingestellt, dass er den Druck in dem Gasbehälter 1 typischerweise auf ca. 7 bar in der Leitung 3 stromab des Hauptdruckreglers, d.h. des ersten Reglers 4 setzt, und der zweite Druckregler 5 wird so eingestellt, dass der Druck des Gases, welches zu der Atemmaske 6 gelangt, noch weiter auf einen Druck auf ca. 25 mm Wassersäule, d. h. auf einen für die Verwendung in Maske 6 geeigneten Druck vermindert wird. Während der Träger atmet, schwankt der Druck in der Maske während einer Atemphase um diesen Wert, wobei ständig ein Überdruck aufrechterhalten wird. Der Druckregler 5 ist normalerweise ein bedarfsgesteuerter Regler, der geschlossen wird, bevor die Maske 6 aufgesetzt wird, und von dem Unterdruck geöffnet wird, welcher erzeugt wird, wenn der Träger zuerst einatmet. Der Regler 5 wird geöffnet, wenn der relative Druck in der Maske 6 unter einen voreingestellten Wert fällt. Es ist erforderlich, andere ähnliche Regleren manuell durch getrennte Aktivierungsmittel zu aktivieren.

Ein Drucksensor 10 wird in einem Raum 12 welcher zwischen dem Schließventil und dem Hauptdruckregler 4 gebildet ist, angebracht. Dieser Sensor 10 misst den Druck in dem Raum 12 und ist mit einem Mikroprozessor 7 mittels einer Leitung 8 verbunden. Leitungen 9 erstrecken sich von dem Mikroprozessor 7 zu einer Anzeigeanordnung 11, welche vorzugsweise, jedoch nicht notwendigerweise, in der Atemmaske 6 angebracht ist. Die Anzeigeanordnung

11 enthält mindestens eine Anzeigevorrichtung. Vorzugsweise ist mindestens eine Anzeigevorrichtung für jede Funktion, welche in dem Funktionstest enthalten ist, vorgesehen. Die Anzeigevorrichtung ist vorzugsweise eine lichtemittierende Diode (LED). Die in der Atemmaske 6 vorgesehene Anzeigevorrichtung 11 ist vorzugsweise sowohl für den Benutzer sichtbar, wenn die Maske 6 getragen, als auch wenn sie abgenommen wird, und sie ist ebenfalls für Personen in Nähe des Benutzers sichtbar.

Die Atemmaske 6 der Atemausrüstung ist vorzugsweise ebenfalls mit einem Differentialdruckmesser 14 ausgestattet, welcher mit dem Mikroprozessor 7 mittels einer Leitung 15 verbunden ist. Der gemessene Differentialdruck wird in einer Anzeigevorrichtung durch die Anzeigeanordnung 11 angezeigt. Demgemäß ist die Maske 6 der dargestellten Atemausrüstung mit einem Differentialdruckmesser 14 ausgestattet, welcher durch eine Leitung 15 mit dem Mikroprozessor 7 verbunden ist. Der gemessene Differentialdruck wird in der Anzeigeanordnung 11 angezeigt und ist für den Benutzer während des Tragens der Maske 6 sichtbar.

Gemäß der vorliegenden Erfindung können die Leitungen 9 und 15 jeweils durch schnurlose Verbindungen zwischen dem Mikroprozessor 7 und der Anzeigeanordnung 11 und zwischen dem Mikroprozessor und dem Differenzdruckmesser 14 ersetzt werden.

Der Mikroprozessor 7 ist so programmiert, dass er einige oder alle der unten beschriebenen Funktionen ausführt. Gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel tastet der Mikroprozessor den Druck in dem Raum 12 intermittierend ab, z.B. jede Sekunde oder mit einer anderen ausgewählten Häufigkeit, durch das Medium des Sensors 10, und vergleicht den abgetasteten Druck mit dem zuletzt abgetasteten. Alternativ tastet der Mikroprozessor den Druck in dem Raum 12 intermittierend, z. B. jede Sekunde oder mit einer anderen ausgewählten Häufigkeit, durch das Medium des Sensors 10, und vergleicht den abgetasteten Druck mit einem vorbestimmten Druckwert, z. B. 10 Prozent des Maximaldruckes in dem Gasbehälter 1.

Gemäß der Erfindung wird vor dem Testen der Atemausrüstung das Verschlussventil 2 zu einem Maß geöffnet, in welchem der Raum 12 unter dem gleichen Druck wie der Behälter 1 steht, wonach das Ventil 2 geschlossen wird. Der Druck in dem Raum 12 steigt an, während Gas aus dem Behälter 1 in den Raum strömt. Wird das Ventil 2 geöffnet, liefert der Sensor 10 einen viel höheren Druckwert an den Mikroprozessor 7. Der Mikroprozessor 7 empfängt das Startsignal, welches benötigt wird, um die Funktions- und Zustandsdiagnose gemäß der Erfindung in Zusammenhang mit dem Druckvergleich, der automatisch stattfindet, durchzuführen.

Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Mikroprozessor mit einem Startknopf ausgestattet, welcher das Startsignal ersetzt, welches erhalten wird, wenn ein deutlicher Druckanstieg nach jedem zweiten abgetasteten Druckwert erhalten wird, wenn das Schließventil 2 geöffnet ist. In diesem Fall ist es ebenfalls erforderlich, das Schließventil in einem Maß zu öffnen, zu welchem der Druck in dem Raum 12 zumindest im Wesentlichen gleich dem Gasdruck in dem Behälter 1 ist, wonach das Ventil geschlossen wird.

Damit der Test die benötigte Information bereitstellen kann, ist es erforderlich, dass das Hauptdruckventil 4 so eingestellt ist, dass ein passender Druck in der Leitung 3 erreicht wird. Weiterhin muss der Sekundärdruckregler 5 vor Öffnen des Ventils 2 geschlossen werden.

Figur 2 stellt den Gasdruck in der Nähe des Sensors 10 als eine Funktion der Zeit, zu welcher der Test ausgeführt wurde, dar. Keine der Achsen ist gestuft. Position 0 zeigt den relativen Druck an dem Sensor 10 vor Beginn des Tests. Ist das Schließventil 2 geöffnet, steigt der Druck in dem Raum 12 zu dem Druck des Gasvorrats an, wie bei Position 1 dargestellt, und in Leitung 3 ist ein Druck erreicht, welcher von der Einstellung des Reglers 4 abhängig ist, welcher in dem dargestellten Fall 7 bar beträgt. Das Ventil 2 ist dann geschlossen. Der jetzt in Leitung 3 vorherrschende Druck ist in der Figur 2 nicht gezeigt. Der Mikroprozessor 7 tastet den in dem Raum 12 vorherrschenden Druck ab, nachdem ein Maximaldruck erreicht worden ist, d. h. nach Position 1, z. B. bei Position 2.

Liegt der Druck unter einem bestimmten ersten Kontrollwert, z. B. bei einem Wert zwischen 97 bis 80 Prozent, besonderes einem Wert in der Nähe von 90%, z. B. einem Wert im Bereich von 95% bis 85%, insbesondere um 90% des vollen Druckes in dem Gasvorrat 1, interpretiert der Mikroprozessor dies so, dass die Gaszufuhr nicht die erforderlichen Druckkriterien erfüllt, und zeigt in der Anzeigeanordnung 11 einen unzureichenden Wert an, wobei die Anordnung vorzugsweise in der Maske 6 angebracht ist. Die Anzeigeanordnung 11 zeigt einen akzeptablen Wert an, wenn der Druck den Kontrollwert übertrifft oder diesem gleicht.

Der vorliegende Funktionstest stellt auch sicher, dass die Leitung, welche zu der Maske 6 führt, d. h. der zweite Druckregler 5, dicht ist und kein Gas in die Umgebung heraus lässt. Daher misst der Sensor 10 den Druck nach einer vorbestimmten Zeitspanne, z. B. 3 bis 20 Sekunden, ausgehend von der Zeit, zu welcher Druck an Position 2 in Figur 2 gemessen wurde. Diese Zeitdauer hängt von dem Grad der gewünschten Genauigkeit ab. Dieser Druck wird vor Position 3 gemessen. Wenn die Druckdifferenz zwischen dem an Position 2 und vor Position 3 gemessenen Druck höher ist als ein zweiter Kontrollwert, zeigt die Anzeigeanordnung 11 einen unzureichenden Wert an. Ist der Druckunterschied niedriger als oder gleich dem Kontrollwert, zeigt die Anzeigeanordnung an, dass der Wert akzeptabel ist.

Nach Testen der Ausrüstung auf Dichte, d. h. Leckage, wird ein Test ausgeführt, um sicherzustellen, dass die Leitung 3 zu der Maske 6 nicht blockiert ist oder dass die Gaszufuhr zu der Maske 6 durch den Regler 5 nicht auf irgendeine andere Art behindert wird. Hierzu wird der Regler 5 bei abgesetzter Maske 6 geöffnet, so dass das zwischen dem Schließventil 2 und dem Regler 5 befindliche Gas frei in die Atmosphäre strömen kann, wobei das Ventil 2 immer noch geschlossen ist, und die Druckabnahme in dem Raum 12 wird mit Hilfe des Sensors 10 als eine Funktion der Zeit gemessen.

Ein Kriterium für ein(e) akzeptable(s) Ergebnis oder Funktion ist die Zeit, die dafür benötigt wird, dass der Druck auf a% des ursprünglichen Druckes ab-



fällt, z.B. der Druck, welcher vorherrschte, bevor der zweite Regler geöffnet wurde, von  $(\underline{b}-\underline{a})\%$ , wobei  $\underline{b}$  ein Wert größer als  $\underline{a}$  und gleich oder weniger als 100, z. B. 50, und  $\underline{a}$  z. B. 10 ist. Ist diese Zeitdauer gleich oder kleiner als ein dritter Kontrollwert, zeigt die Anzeigeanordnung 11 einen akzeptablen Wert; in anderen Fällen wird ein unakzeptabler Wert angezeigt.

Dies wird in Figur 2 gezeigt, wo Position 3 anzeigt, dass der zweite Regler 5 geöffnet ist, so dass des Gasinhalt der Ausrüstung stromab des Schließventils in der Lage ist, frei aus dem System zu fließen. Position 4 zeigt an, dass der Druck auf einen Wert von  $(100 - \underline{a})\%$  des Druckes von Position 3 gefallen ist. Position 5 zeigt an, dass der Druck auf  $\underline{a}\%$  gefallen ist. Ist die Zeit  $t_5-t_4$  kürzer oder gleich einem dritten Kontrollwert ist, wird die Funktion der Ausrüstung mit Bezug auf die Gaszufuhr als vollständig akzeptabel betrachtet.

Ein weiteres Kriterium für akzeptablen Gasaustritt oder akzeptable Gasfunktion ist eines, bei welchem der Druck, welcher nach dem Öffnen des zweiten Reglers 5 vorherrscht, nach einem vorbestimmten Zeitintervall gemessen wird. Falls sich beim Messen herausstellt, dass der Druck während dieser Zeitspanne auf den gleichen Wert wie den vorbestimmten höchsten oder einen niedrigeren herabgefallen ist, zeigt der Mikroprozessor 7 über die Anzeigeanordnung 11 an, dass der Gaszufuhr zu der Maske 6 akzeptabel ist. Ansonsten zeigt die Anzeigeanordnung 11 an, dass die Ausrüstung fehlerhaft funktioniert.

Dieses zweite Kriterium wird ebenfalls in Figur 2 gezeigt. In diesem Fall wird der Druck ab der Zeit gemessen, zu der der zweite Regler 5 geöffnet ist, d. h. bei Position 3, und er wird mit einem vierten Kontrollwert verglichen, welcher z. B. der Einfachheit halber bei Position 5 liegt. Übersteigt der Druck bei dem Zeitpunkt  $t_5$  einen vorherbestimmten Druck  $p_5$ , die Ordinate bei Position 5, zeigt die Anordnung 11 eine Fehlfunktion.

Natürlich kann die Druckabnahme als eine Funktion der Zeit auch auf andere Weise gemessen werden. Z. B. kann die Ableitung der Druckkurve als eine Funktion von Zeit an dem Wendepunkt der Kurve gemessen werden. Die Ableitung, d. h. der Richtungskoeffizient der Kurve, ist ein Maß der Ausflussrate.

Eine weitere wichtige Funktion der Ausrüstung liegt darin, zu überprüfen, dass der Kontrollkreis (10, 7, 8, 9, 11) zufriedenstellend arbeitet. Demgemäß zeigt die Anzeigeanordnung 11 den Funktionszustand des Kontrollkreises (10, 7, 8, 9, 11) an, wenn der Druck gemessen wird, nachdem der Druck in dem Bereich, in welchem der Sensor 10 tätig ist, geändert worden ist. Eine Fehlfunktion wird angezeigt, wenn dies nicht stattfindet.

Eine weitere wichtige Funktion ist die, dass die Gesichtsmaske 6 eng auf dem Gesicht des Benutzers anliegt und dass beim Atmen mit geöffnetem Schließventil 2, ein relativer Überdruck mit Bezug auf die Umgebungsatmosphäre in dem Raum zwischen der Maske 6 und dem Gesicht des Trägers aufrechterhalten bleibt. Demgemäß wird das Schließventil 2 nach Durchführen der oben beschriebenen Tests geöffnet, und ein Test wird optional ausgeführt, um sicherzustellen, dass der Hauptdruckregler 4 richtig eingestellt ist. Nach Aufsetzen der Maske 6 öffnet sich der Regler automatisch, wenn der Benutzer einatmet, oder wird von Hand geöffnet, wenn der Regler geschlossen oder abgestellt sein sollte.

Die Atemmaske 6 enthält einen Sensor 14, welcher die Differenz zwischen dem jeweiligen Druck innerhalb und außerhalb der Maske 6 abtastet. Sollte der Druck zwischen der Maske 6 und dem Gesicht des Trägers größer sein als der Druck, welcher während mindestens eines Atemzyklus außerhalb der Maske vorherrscht, zeigt die Anzeigeanordnung 11 einen positiven Druck an, d. h. eine vollständig akzeptable Funktion. Andernfalls zeigt die Anzeigeanordnung eine nicht-akzeptable Funktion an.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Einsetzbarkeit der Ausrüstung angezeigt, wenn alle Tests ein akzeptables Ergebnis erbracht haben. Die Verwendung der Ausrüstung wird verhindert, wenn ein oder mehrere Tests ein unakzeptables Resultat ergeben. Jedoch kann die Ausrüstung nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel verwendet werden, wenn der Gasbehälter mit einem höheren Druck befüllt worden ist als ein vorherbestimmter Niedrigstdruck, bei welchem die Anzeigeanordnung 11 anzeigt, dass der Behäl-

terdruck niedriger ist als der niedrigste empfohlene Wert für einen vollen Gasbehälter. Die Verwendung der Ausrüstung wird jedoch verhindert oder blockiert, wenn der Druck in dem Gasbehälter niedriger als der niedrigste vorherbestimmte Druckwert ist, z. B. 20 Prozent des Maximaldruckes.

- 5           Der Mikroprozessor wird von einer kleinen Quelle elektrischen Stroms, z. B. durch eine oder mehrere Batterien, angetrieben. Die Anzeigeanordnung zeigt vorzugsweise die verbleibende Betriebszeit oder die Nutzungsdauer der derzeitigen Quelle an. Ist die verbleibende Betriebszeit niedriger als eine vorherbestimmte Betriebszeit, wird dies in der Anzeitanordnung angezeigt. Gemäß einem
- 10 weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält die Ausrüstung eine Registriervorrichtung, welche dem Kontrollkreis zugeordnet ist. Diese Vorrichtung registriert jede Aktivierung des Kontrollkreises und die Ergebnisse der Tests und Funktionstests, die nach jeder Aktivierung ausgeführt werden. Eine aktive oder passive Speichereinheit, welche mit dem Mikroprozessor verbunden ist, ist ein
- 15 Beispiel für eine solche Registriervorrichtung. Diese Registrierung ermöglicht nachfolgende Tests, um festzustellen, wie viele Male die Ausrüstung überprüft worden ist und welche Ergebnisse in Zusammenhang damit erzielt worden sind.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Überprüfen der Funktion und/oder des Zustandes einer Atemausrüstung (16) durch Aktivieren eines Kontrollkreises (7 bis 11, 14, 15),  
5 welcher mindestens einen Funktions- oder Zustandsparameter der Ausrüstung (16) misst oder bestimmt, den gemessenen Parameterwert mit einem Kontrollwert vergleicht und einen akzeptablen oder inakzeptablen Wert anzeigt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Überprüfen der Funktion und/oder des Zustandes vor der Benutzung der Ausrüstung (16) durch Abtasten des  
10 Funktionsparameters oder Zustandsparameters der Atemausrüstung (16) ausgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kontrollwert ein vorgewählter Wert ist.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** intermittierendes Abtasten des Funktionsparameters oder des Zustandsparameters der Atemausrüstung (16) mit Unterbrechungen, wobei der Kontrollwert ein zuletzt gemessener Wert oder ein vorgewählter Wert ist.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei welchem die Atemausrüstung (16) einen Gasvorrat (1) enthält, welcher mit einer Auslassöffnung, einem Schließventil (2), welches in der Vorratsauslassöffnung montiert ist, und mit einer Leitung ausgestattet ist, in welcher, von dem Schließventil (2) aus gesehen, aufeinanderfolgend ein erster Druckregler (4), ein zweiter Regler (5) und eine Atemmaske (6) enthalten sind, **gekennzeichnet durch** Messen des Druckes zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) als ein erster Funktions- oder Zustandsparameter.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem der zweite Druckregler (5) geschlossen und das Schließventil (2) danach geöffnet und dann geschlossen  
30

wird, **gekennzeichnet durch** Messen des Druckes zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) über ein vorbestimmtes Zeitintervall, wobei der Druckabfall während des gesamten Zeitintervalls bestimmt wird, und Anzeigen eines akzeptablen Wertes, wenn der Druckabfall kleiner ist als ein erster Kontrollwert, oder eines nicht akzeptablen Wertes, wenn der Druckabfall gleich  
5 einem ersten oder größer als ein erster Kontrollwert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem der zweite Druckregler (5) geschlossen und das Schließventil danach geöffnet und dann geschlossen wird,  
10 **gekennzeichnet durch** Öffnen des zweiten Druckreglers (5) nach dem Schließen des Schließventils (2), um den Bereich (12) zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) von Gas zu entleeren, Messen des Druckes in dem Bereich (12) als eine Funktion der Zeit und Anzeigen eines akzeptablen oder eines nicht akzeptablen Wertes, wenn, nach einer vorbestimmten Zeitperiode, der Druckabfall größer als ein bzw. gleich einem oder kleiner als ein zweiter Kontrollwert ist.  
15

7. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem der zweite Druckregler (5) geschlossen und das Schließventil (2) danach geöffnet und dann geschlossen wird, **gekennzeichnet durch** Öffnen des zweiten Druckreglers (5) nach dem  
20 Schließen des Schließventils (2), um den Bereich (12) zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) von Gas zu entleeren, Messen des Druckes in dem Bereich (12) während einer zweiten vorbestimmten Zeitperiode nach dem Öffnen des zweiten Druckreglers (5) und Anzeigen eines akzeptablen oder eines nicht akzeptablen Wertes, wenn der Druckwert kleiner als ein bzw.  
25 gleich einem dritten oder kleiner als ein dritter Kontrollwert ist.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** Anzeigen des Funktionierens des Kontrollkreises (7 bis 11, 14,

15), wenn der genannte Kreis auf das Öffnen des Schließventils (2) hin aktiviert wird.

9. Verfahren nach einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** Anzeigen eines akzeptablen Ergebnisses, wenn alle Tests zu vollständig akzeptablen Werten geführt haben, oder Anzeigen eines nicht akzeptablen Ergebnisses, wenn mindestens ein Test einen nicht akzeptablen Wert gezeigt hat.

10. Verfahren nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** Anzeigen eines voll akzeptablen Ergebnisses, wenn der Druck gleich einem vorbestimmten oder höher als ein vorbestimmter Druckwert in dem Bereich von 97 bis 80% des Maximaldrucks ist, vorzugsweise in dem Bereich von 95 bis 85% des Maximaldrucks.

11. Verfahren zum Überprüfen der Funktion und/oder des Zustands einer Atemausrüstung (16) durch Aktivieren eines Kontrollkreises (7 bis 11, 14, 15), welcher mindestens einen Funktions- oder Zustandsparameter der Ausrüstung (16) misst oder bestimmt, den gemessenen Parameterwert mit einem Kontrollwert vergleicht und einen akzeptablen oder nicht akzeptablen Wert anzeigt, bei welchem die Atemausrüstung (16) einen Gasvorrat (1) enthält, welches mit einer Auslassöffnung, einem Schließventil (2), welches in der Vorratsauslassöffnung montiert ist, und einer Leitung (3) ausgestattet ist, in der, von dem Schließventil (2) aus gesehen, aufeinanderfolgend ein erster Druckregler (4), ein zweiter Regler (5) und eine Atemmaske (6) enthalten sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Überprüfen der Funktion und/oder des Zustands vor der Nutzung der Ausrüstung (16) gemacht wird, und dass der Druck zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) als ein Funktionsparameter oder Zustandsparameter gemessen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kontrollwert ein vorgewählter Wert ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **gekennzeichnet durch** intermittierendes Abfühlen der Funktionsparameter oder Zustandsparameter der Atemausrüstung (16), wobei der Kontrollwert ein zuletzt gemessener Wert oder ein vorgewählter Wert ist.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 13, bei welchem der zweite Druckregler (5) geschlossen und das Schließventil (2) danach geöffnet und dann geschlossen wird, **gekennzeichnet durch** Messen des Druckes zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) über ein vorbestimmtes Zeitintervall, Bestimmen des Druckabfalls während des genannten Zeitintervalls und Anzeigen eines akzeptablen Wertes, wenn der Druckabfall kleiner ist als ein erster Kontrollwert, oder eines nicht akzeptablen Wertes, wenn der Druckabfall gleich einem oder größer als ein erster Kontrollwert ist.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, bei welchem der zweite Druckregler (5) geschlossen und das Druckventil (2) danach geöffnet und dann geschlossen wird, **gekennzeichnet durch** Öffnen des zweiten Druckreglers (5) nach dem Schließen des Schließventils (2), so dass ein Bereich (12), welcher zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) bestimmt ist, von Gas entleert wird, Messen des Druckes in dem Bereich (12) als eine Funktion der Zeit, und Anzeigen eines akzeptablen bzw. nicht akzeptablen Wertes, wenn, nach einer vorbestimmten Zeitperiode, der Druckabfall (negative Neigung) größer als ein zweiter Kontrollwert bzw. gleich einem oder kleiner als ein zweiter Kontrollwert ist.

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, bei welchen der zweite Druckregler (5) geschlossen und das Schließventil (2) danach

geöffnet und dann geschlossen wird, **gekennzeichnet durch** Öffnen des zweiten Druckreglers (5) nach dem Öffnen des Schließventils (2), so dass ein Bereich (12), welcher zwischen dem Schließventil (2) und dem ersten Druckregler (4) bestimmt ist, von Gas geleert wird, Messen des Druckes in dem Bereich (12) während einer zweiten vorbestimmten Zeitperiode nach dem Öffnen des zweiten Druckreglers (5) und Anzeigen eines akzeptablen bzw. nicht akzeptablen Wertes, wenn der Druckwert größer als ein bzw. gleich einem oder kleiner als ein dritter Kontrollwert ist.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 16, **gekennzeichnet durch** Anzeigen des Funktionierens des Kontrollkreises (7 bis 11, 14, 15), wenn der genannte Kreis auf das Öffnen des Schließventils (2) hin aktiviert wird.

18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 17, **gekennzeichnet durch** Anzeigen eines akzeptablen Ereignisses, wenn alle Tests zu voll akzeptablen Werten geführt haben, oder eines nicht akzeptablen Ergebnisses, wenn mindestens ein Test einen nicht akzeptablen Wert gezeigt hat.

19. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, **gekennzeichnet durch** Anzeigen eines voll akzeptablen Ergebnisses, wenn der Druck gleich einem oder höher als ein vorbestimmter Druckwert im Bereich von 97 bis 80% des Maximaldruckes ist, vorzugsweise im Bereich von 95 bis 85% des Maximaldruckes.

20. Anordnung zum Überprüfen mindestens eines Funktionsparameters oder Zustandsparameters einer Atemausrüstung (16), welche einen programmierten Mikroprozessor (7), einen mit dem Mikroprozessor (7) verbundenen Sensor (10) und eine mit dem Mikroprozessor (7) verbundene Einrichtung zur Anzeige enthält, wobei die Atemausrüstung (16) ein Gasvorrat (1) enthält, welche eine Aus-



lassöffnung, ein Schließventil (2), welches in der Vorratsauslassöffnung montiert ist, eine Leitung (3), welche, von dem Schließventil (2) aus gesehen, aufeinanderfolgend einen ersten Druckregler oder einen Hauptdruckregler (4), einen zweiten Druckregler (5) und eine Atemmaske (6) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (10) im Bereich (12) zwischen dem Schließventil (2) und dem Hauptdruckregler (4) montiert ist.

21. Anordnung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeige (11) in der Atemmaske (6) montiert und für den Benutzer und auch für Leute in der Nähe des Benutzers zu sehen ist, und dass die Anzeigeeinrichtung (11) mindestens eine lichtemittierende Diode (LED) enthält.

22. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Atemausrüstung (16) einen zweiten Drucksensor (14) enthält, der die Druckdifferenz zwischen den im Inneren und im Äußeren der Maske (6) vorherrschenden Drücken misst, und dass der zweite Sensor (14) mit der Anzeigeeinrichtung (11) durch den Mikroprozessor (7) verbunden ist.

1/1

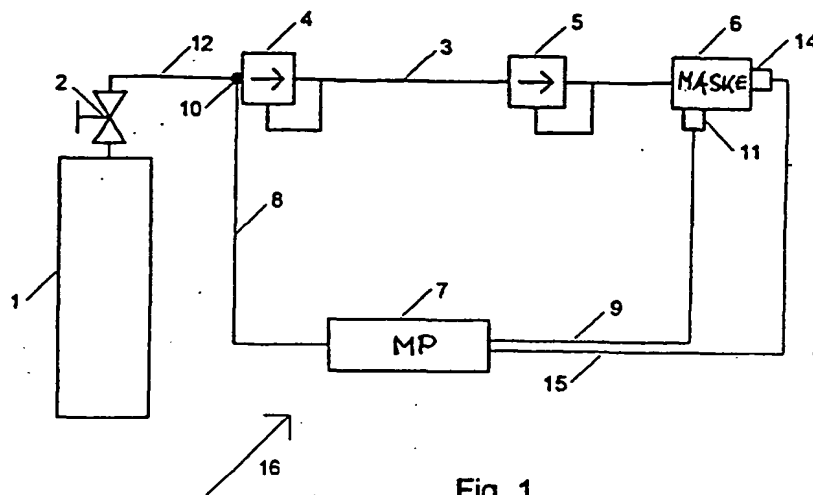
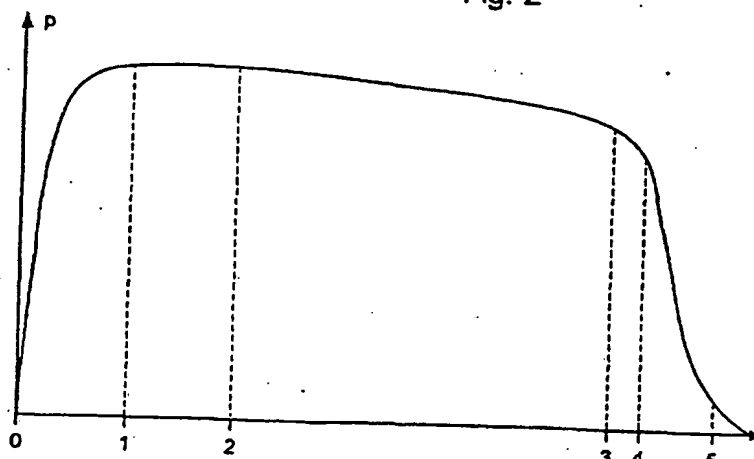


Fig. 1

Fig. 2



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**